

TEMA CENTRAL

Bloc 6x6

El sector de la construcció en el context actual

Elisabet Capdeferro i Pla
Ramon Bosch i Pagès
bosch.capdeferro arquitectura

Fotografies: José Hevia

Parlar de construcció en el context actual sense parar atenció de manera clara a qüestions com la dificultat d'accés a l'habitatge, l'escassa recerca en noves tipologies que responguin a les necessitats reals de la població, la qualitat dels espais on residim, la salubritat i les seves conseqüències sobre la nostra salut, la petjada del carboni fruit de la nostra activitat o la urgència de prendre mesures en la lluita contra el canvi climàtic resultaria senzillament anacrònic. Totes aquestes, entre d'altres, són qüestions que cal atendre des del nostre sector i que comporten una evolució considerable en l'exercici de la professió tal com l'havíem coneguda, i s'afegeixen a la llarga llista de responsabilitats pròpies de la disciplina.

Des de fa prop d'una dècada, el departament responsable del Programa per al Medi Ambient de les Nacions Unides publica anualment un informe sobre la bretxa d'emissions, el qual a partir de l'actualització de les dades d'emissions de gasos d'efecte hivernacle projecta l'estat de la qüestió previsible per a l'any 2030 i proposa mesures per tal d'evitar les pitjors conseqüències d'aquest fenomen. Al darrer informe, corresponent a l'any 2020¹, s'assenyalen com a estratègiques les accions relacionades amb la millora de l'eficiència energètica dels habitatges, i remarca que els nous estudis elaborats des del mateix departament situen les emissions de CO2 dels habitatges i el sector de la construcció en general en un 38% respecte a les emissions globals.



Alçat nord

Per tal d'assolir l'horitzó de descarbonització acordat per al 2050 cal que per al 2030 la xifra total d'aquestes emissions s'hagi reduït un 50% respecte de les emissions registrades l'any 1990.

En aquesta línia, el passat 17 de setembre de 2020 la comissió europea presentava el seu pla per a la reducció dels gasos d'efecte hivernacle (GHG, de l'anglès greenhouse gas) introduint una modificació de la proposta de Llei europea del clima i fixant l'objectiu de reducció d'emissions en un 55% per a l'any 2030, amb la intenció de liderar el canvi necessari i amb la vista posada a la propera Conferència de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (COP26). El Pacte Verd europeu que deriva d'aquests compromisos es proposa corregir la dissociació entre el creixement econòmic i els recursos disponibles, així com evitar que determinades regions o àmbits socials quedin al marge en aquest nou rumb.

Ja el 2021, concretament el 18 de gener, la presidenta de la Comissió Europea presenta la iniciativa batejada com a "Nova Bauhaus Europea" en el seu discurs sobre l'estat de la Unió, en la qual es defineix l'àmbit del disseny com a eina clau en la construcció de la nova Europa basada en criteris integradors i sostenibles i cridant artistes, dissenyadors, enginyers, científics, empresaris, arquitectes i tota la població en general a fer aportacions en aquesta direcció².

Més enllà de les polítiques globals o regionals que fomentin noves experiències amb aquest objectiu, els professionals de l'arquitectura i la construcció tenim la possibilitat de posar en pràctica cada dia nous assajos que responguin de la millor manera possible al repte immens que tenim al davant.

Bloc 6x6: condicions de partida

El bloc 6x6 parteix de l'encàrrec del disseny i construcció d'un bloc d'habitatges al solar situat al número 6 del carrer Tomàs Carreras i Artau, al barri de Can Gibert de Girona. El sector de Mas Masó, on es troba l'emplaçament, conforma un teixit urbà de blocs aïllats en illa oberta en un entorn amb una presència important d'equipaments públics que dona continuïtat a la trama més densa de les poblacions veïnes de Girona i Salt.

El solar en qüestió se situa a la cantonada del carrer Montnegre (que proporciona accés rodat a la parcel·la) i a la zona verda del mateix carrer Tomàs Carreras i Artau. El planejament preveu en aquesta posició un bloc aïllat de 600 m² d'ocupació màxima i sis plantes d'alçada, amb una alineació de façana obligatòria situada a tres metres del límit nord en contacte amb la zona verda descrita.

La geometria del solar i les alineacions descrites representen un volum edificable sensiblement paral·lelepípedic, amb el costat de major longitud seguint la directriu est-oest i d'uns quinze metres de profunditat. Donada la densitat màxima (fixada en 36 habitatges) i les condicions edificables, apareix la possibilitat de disposar d'un sol nucli de comunicacions verticals situat al punt mig de l'edifici, proporcionant accés a través d'una passera exterior a sis habitatges passants amb orientació nord-sud a cadascuna de les plantes.

Pel que fa a qüestions de programa, l'edifici es planteja com a possibilitat de recerca en relació amb la tipologia dels habitatges. En aquest sentit, proposa la construcció d'unitats com a suma d'habitacions contigües, genèriques i adaptables amb la possibilitat de ser comunicades o segregades



Habitatges passants nord-sud

segons el disseny de l'habitant gràcies a un sistema de panells corredissos i sense l'articulació convencional mitjançant peces de passadissos o distribuïdors. La construcció d'aquestes habitacions genèriques, a més, es proposa sense la necessitat d'aixecar envans de distribució, ja que són concebudes com un espai resultant entre els elements estructurals que conformen l'esquelet de l'edifici. Gràcies a aquest sistema les zones tècniques humides de cuina, bany i safareig es concentren a la crugia central de cada unitat i s'alliberen dues habitacions a la façana nord i dues més a la façana sud per tal d'acollir el programa necessari. La relació de peces resultants permet configurar cadascun dels habitatges acollint una, dues o fins a tres habitacions dobles o fins i tot imaginar programes mixtos d'habitatge a la zona més privada de la façana sud i espai professional a la zona més pública de la façana nord, adaptats a les necessitats de cada usuari o moment, gràcies a la flexibilitat del sistema. La condició genèrica dels espais proposats, a més, permet imaginar la possibilitat d'acollir programes col·lectius a disposició de la comunitat en qualsevol de les unitats, fet que afegeix complexitat a un programa inicial exclusivament d'habitatge i que obre pas a espais de servei com gimnàs, cantina, llar d'infants, espai de treball compartit...

Pel que fa a la petjada de carboni de l'edifici, la promoció es proposa abordar de manera rigorosa la reducció tant de l'energia embebuda en els materials de construcció com de la demanda energètica per a la climatització dels habitatges.

1- <https://www.unep.org/interactive/emissions-gap-report/2020/>

2- https://europa.eu/new-european-bauhaus/index_es



Espai de treball a la façana nord

Energia incorporada

Entenem per energia incorporada o energia grisa la quantitat d'energia consumida al llarg de tot el cicle de vida d'un material, des de l'extracció de la matèria primera fins al transport, fabricació, muntatge, instal·lació, desmuntatge i possible reciclatge.

Tenint en compte que la normativa que regula el sector de la construcció avança ràpidament cap a una reducció dràstica de la demanda energètica necessària per assolir les condicions de confort dels espais projectats, el marge de millora en la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle es concentra cada cop més en l'energia incorporada als materials i al procés constructiu en general. Aquest és doncs un camp en el qual cal incidir especialment si volem anar més enllà d'allò estrictament necessari per llei, i en el qual de ben segur el nostre sector jugarà la partida definitiva, malgrat que a dia d'avui es tracta d'un aspecte no exigint i que no es reflecteixi encara en cap benefici econòmic reconegut.

En l'activitat constructiva la fusta hi ha estat sempre present, com a eina de suport en forma de rolls



Estructura de panells de CLT



Connectivitat entre habitacions

per facilitar el transport d'elements pesats, motlles per encofrar o fabricar peces de petit format o bé per conformar bastides de suport, però també com a material en si mateix en forma de pilars o bigues de fusta massissa, així com taulons i empostissats. El límit aparent de la utilització de la fusta en construcció ha estat sempre la dimensió dels elements disponibles, degut a la dificultat de disposar d'arbres capaços de subministrar peces de gran format de fusta massissa. L'evolució de les tecnologies relacionades amb la manipulació de la fusta ha permès disposar d'elements constructius de dimensions importants, que superen amb escreix la dimensió de l'arbre original, gràcies a les diferents tècniques d'assemblatge i encolat. D'una banda, la utilització del finger-joint com a sistema d'assemblatge de llistons de fusta seguint la direcció de la fibra permet obtenir taulers d'una longitud major a la del fust de l'arbre; de l'altra, les diferents tècniques d'encolat d'aquests llistons, iniciades a començaments del s. XX per Karl Friedrich Otto Hetzer, obren noves vies per a la utilització d'aquest material en el sector de la construcció. Una de les darreres innovacions en aquest camp és la fusta laminada encreuada (CLT, de l'anglès Cross Laminated Timber), en què l'encolat dels llistons es produeix en un número imparell de capes disposades en sentit transversal les unes respecte a les altres, de manera que s'aconsegueixen elements constructius de gran format i d'una estabilitat remarcable gràcies a la compensació de les tensions provocades per les fibres de les diferents capes de llistons de fusta.

Superada la dificultat de disposar d'elements del format adient que responguin als requeriments d'eficiència propis del nostre temps, existeixen dos aspectes fonamentals que fan de la fusta un material



Galeria captadora a l'hivern a la façana sud



Planta tipus

òptim per a la construcció i que probablement la converteixen en un recurs únic i clau en la lluita contra la incidència del nostre sector en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle i el canvi climàtic. Primerament, cal remarcar que es tracta d'un material renovable i que per tant representa una font inesgotable de recursos. En segon lloc, que la vegetació com a responsable de la transformació de matèria inorgànica en matèria orgànica a través de la fotosíntesi transforma el diòxid de carboni de l'atmosfera en glucosa gràcies a les sals contingudes en l'aigua i a l'energia del sol, amb el consegüent alliberament d'oxigen a l'atmosfera. Podem considerar doncs la fibra vegetal (fusta) com la "solidificació" del CO₂ contingut a l'atmosfera i al mateix temps una "fàbrica" d'oxigen, i per tant els arbres en si mateixos, o els elements estructurals de fusta, com a grans contenidors d'aquest gas nociu, responsable en bona part del procés d'escalfament global per efecte hivernacle. A grans trets, es considera que un metre cúbic de fusta equival a l'absorció d'una tona de diòxid de carboni, enfront de l'emissió de la mateixa quantitat de CO₂ que significa la fabricació d'una tona de ciment Portland. Tenint en compte el pes important que té l'estructura dins del còmput global de l'energia incorporada en la construcció d'un edifici (probablement entre un 20% i un 30% en la major part dels casos), la possibilitat d'utilitzar la fusta per a aquesta part significativa del conjunt obre la porta a un nou escenari pel que fa a la reducció de les emissions del sector.

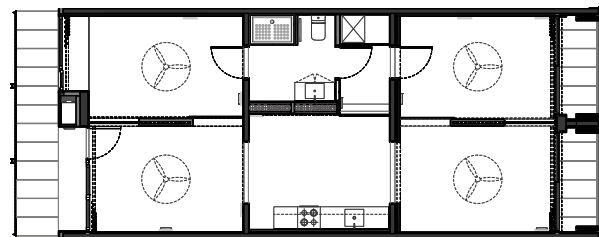
La tècnica emprada per a la construcció amb fusta pot ser, a més, inclosa dins del que coneixem com a construcció seca, que juntament amb la industrialització dels processos que requereix significa també una optimització en l'ús de la matèria i una reducció important de la quantitat de residus generats durant el procés.

Tenint en compte tot això exposat, es pren la decisió d'utilitzar la fusta com a material bàsic per a la construcció de l'estructura portant del bloc 6x6, emprant bàsicament panells de CLT de 12 cm de gruix per als elements verticals i de 15 cm de gruix per als forjats, en una estructura travada de murs portants i d'arriostaments (traves) que recupera la tipologia d'edificació en alçada de parets de càrrega.

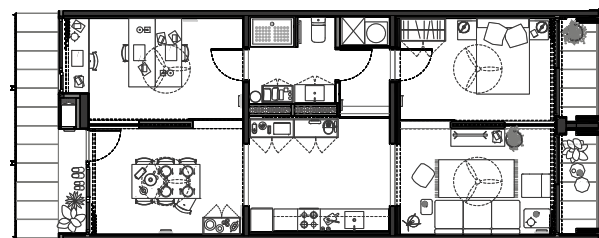
Reducció de la demanda energètica

Així com el projecte tracta de reduir la petjada de carboni del procés de construcció de l'edifici, aborda també la reducció de la demanda energètica necessària durant la seva vida útil per tal de garantir les condicions de confort esperables. La reducció de la demanda energètica dels habitatges durant el seu ús s'assoleix a partir de la combinació d'estratègies passives i de la instal·lació de sistemes actius d'alta eficiència. Aquesta doble vessant intenta compatibilitzar dues exigències recollides a la normativa vigent i aparentment contradictòries, com són l'estalvi energètic (que incideix en la reducció de la despesa per a la climatització dels espais) i la ventilació mecànica (que obliga a renovar l'aire interior de les estances, evacuant l'aire prèviament condicionat per introduir-ne d'exterior).

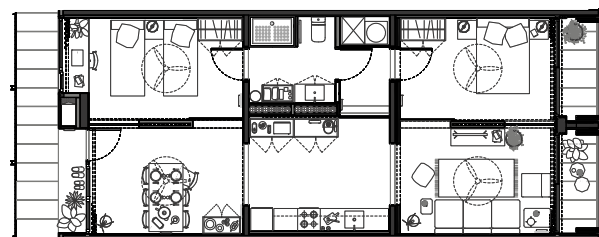
El projecte tracta de reduir la petjada de carboni del procés de construcció de l'edifici.



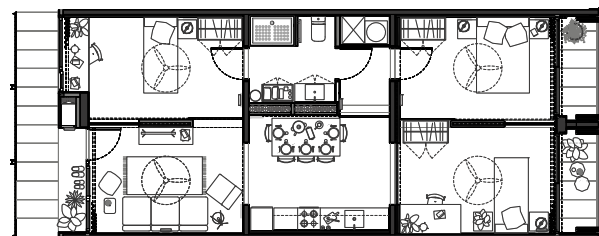
Habitatge típic



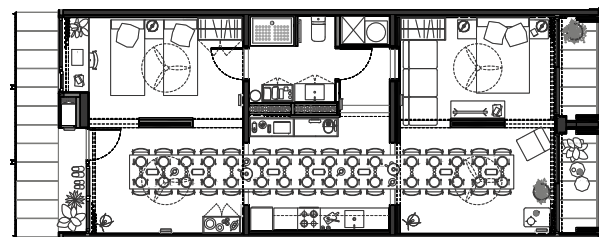
Configuració amb un dormitori



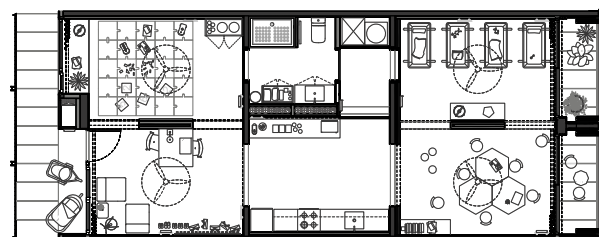
Configuració amb dos dormitoris



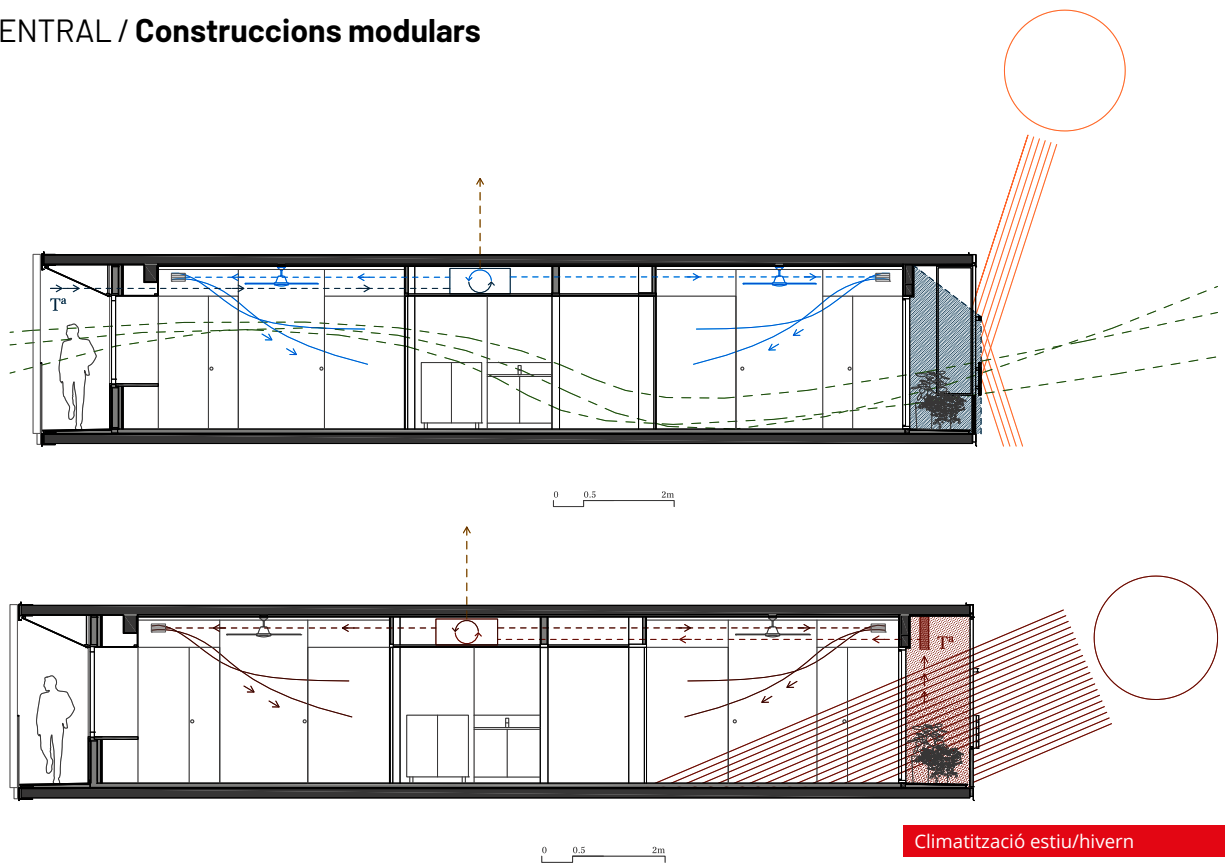
Configuració amb tres dormitoris



Celebració



Llar d'infants comunitària



Per tal d'assolir una rebaixa important de la demanda respecte al punt de partida inicial de l'edifici de referència normatiu, s'avaluen una sèrie d'estratègies durant el procés de disseny que tracten tot tipus d'accions, com millorar els aïllaments previstos, fomentar la ventilació creuada, comptar amb elements de protecció de la radiació solar, controlar l'estanqueïtat, transmissàncies tèrmiques i factors solars dels tancaments, eliminar els ponts tèrmics, incorporar galeries captadores o instal·lar recuperadors de calor.

El resultat final és el fruit d'una combinació de les estratègies avaluades, consistent bàsicament en uns habitatges que aprofiten la seva condició passant i bona orientació nord-sud per construir una envoltant eficient i, malgrat tot, amb generositat d'obertures a partir d'un disseny acurat dels espais intermedis, concebuts com a passera d'accés a la façana nord i galeries captadores a l'hivern, convertibles en umbracles exteriors a l'estiu a la façana sud. D'aquesta manera, cadascun dels habitatges



Umbracle a l'estiu a la façana sud





Façana sud

es configura com una suma d'habitacions genèriques contigües i delimitades pels elements fixos estructurals de fusta a mode d'esquelet, que gestionen el seu contacte amb l'exterior a través d'una pell canviant, que s'adapta a les condicions exteriors i a la seva fluctuació al llarg de les diferents estacions. La façana sud juga un paper fonamental en aquest sentit, ja que proveeix els habitatges d'un petit hivernacle durant les estacions més fredes gràcies a la radiació solar, que aconsegueix incrementar-ne la temperatura en uns 10-15°C. D'aquesta manera, l'aportació d'aire exterior que garanteix la climatització dels espais interiors a l'hivern es produeix des d'aquest espai intermedi, preescalfat pel sol i sense despesa energètica addicional, i aprofitant les calories de l'aire d'extracció a través del recuperador de calor. A l'estiu, en canvi, la façana sud es reconfigura com a umbracle exterior gràcies a l'obertura dels tancaments i les persianes de fusta, i el sentit del circuit de ventilació s'inverteix aportant aire exterior des de la façana més fresca orientada a nord de les passeres d'accés i cedint les calories sobrants a l'aire d'extracció. La producció d'aigua calenta sanitària (ACS), en canvi, es confia a un sistema actiu d'aerotèrmia individualitzat per a

cada habitatge i situat a la coberta de l'edifici. Aquest sistema d'alta eficiència, a més de produir l'aigua calenta de l'habitatge, alimenta una bateria incorporada al recuperador de calor de manera que garanteix l'assoliment de la temperatura desitjada de l'aire interior en el cas que, per alguna raó, els sistemes passius previstos no funcionessin d'acord amb allò previst (manca de sol o persianes abaixades durant l'hivern, tancaments de les galeries en posició oberta...). L'edifici projectat, doncs, assoleix una reducció de la demanda energètica molt considerable i confia el consum necessari a un sistema altament eficient i 100% elèctric, capaç de ser alimentat per una possible instal·lació de plaques fotovoltaiques en el futur.

Finalment, s'ha procedit a l'estudi del comportament de l'habitatge tipus en un escenari d'escalfament global important per tal de preveure'n el grau de confort i les mesures possibles a adoptar d'acord amb els criteris exposats. Així, i davant del supòsit d'una tropicalització del nostre clima, es preveu la instal·lació de ventiladors de sostre que, gràcies al moviment d'aire generat (màxim 3m/s), permeten alterar-ne la humitat relativa i per tant la temperatura de sensació de l'usuari (gràcies a la

cessió de calor corporal en forma d'humitat) sense la necessitat d'instal·lar sistemes addicionals de refrigeració.

Particularitats de la construcció amb fusta

Més enllà dels beneficis exposats de la fusta com a material renovable, eficient i sostenible, la construcció basada en la utilització d'aquest material representa la introducció de nous requeriments respecte a la construcció tradicional habitual a les nostres latituds.

Un dels aspectes remarcables i que té conseqüències en les solucions constructives adoptades té relació amb una característica intrínseca del material com és la densitat. Podem situar la densitat de la fusta en algun punt entre els 450 i els 550 kg/m³ segons l'espècie, xifra que permet considerar-la un material molt lleuger si la comparem, per exemple, amb els 2.500 kg/m³ del formigó. Un aspecte favorable d'aquesta dada és el pes d'una estructura construïda amb aquest material, que no superaria la cinquena part del pes total d'una estructura de la mateixa geometria però construïda amb formigó.

Això representa uns beneficis clars, per exemple, en la magnitud de les càrregues transmeses al terreny i per tant en el dimensionament dels fonaments de l'edifici o en els llums de l'estructura, però també comporta esforços addicionals en altres camps, com per exemple l'acústica, ja que la capacitat d'aïllament del soroll aeri d'un parament és directament proporcional a la seva massa i, recuperant les xifres anteriors, arribem a la conclusió que un parament de fusta proporcionarà un aïllament del soroll aeri cinc vegades inferior al d'un parament de formigó del mateix gruix. Aquest fet obliga a observar amb especial



Alçat sud



Connectivitat entre habitacions

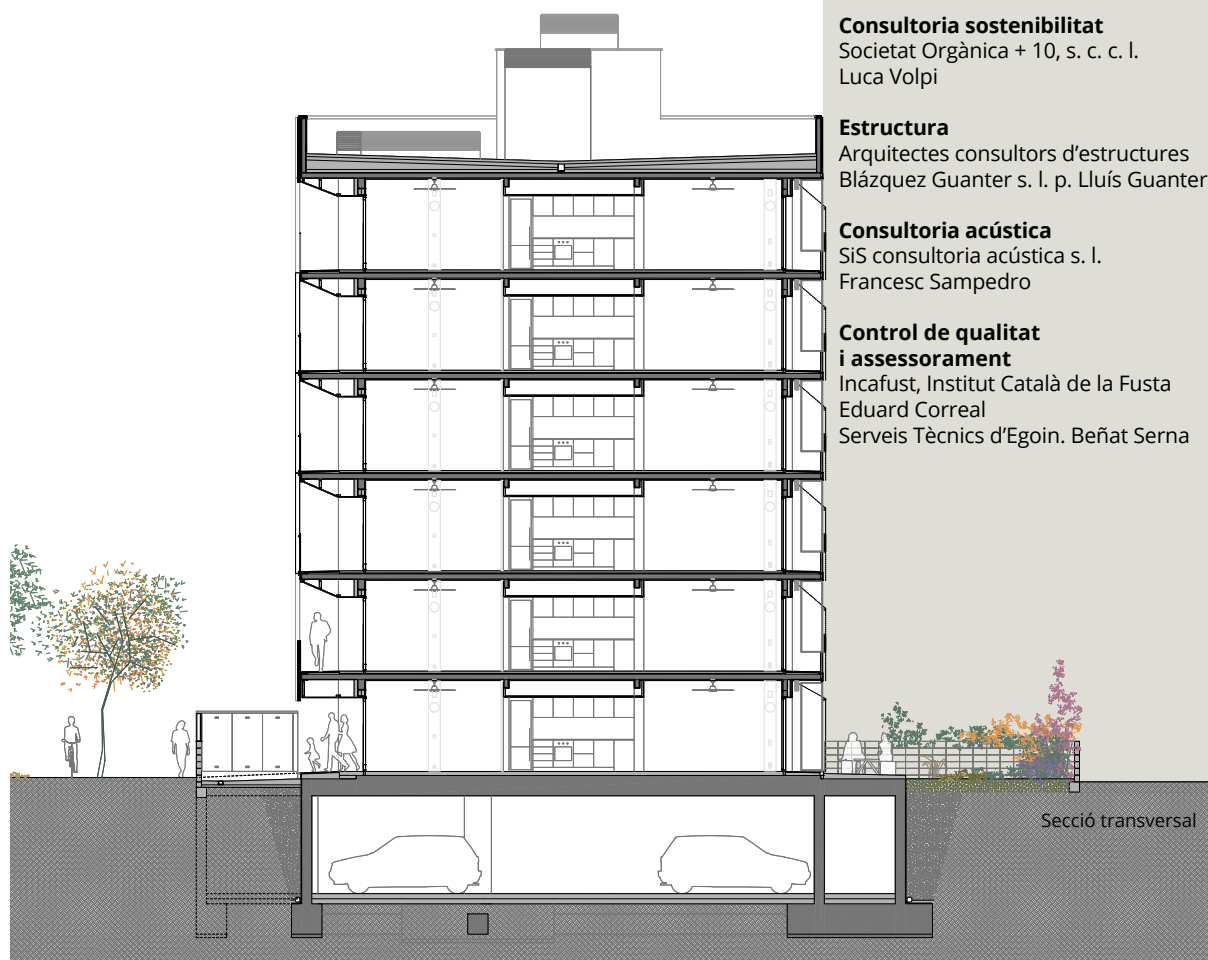
atenció el tractament acústic entre les diferents unitats d'habitatge per tal de garantir el confort i evitar possibles molèsties entre veïns. En el cas del bloc 6x6, en què s'ha comptat amb l'assessorament de tècnics especialitzats en acústica i construcció, s'han adoptat mesures diverses consistentes bàsicament en l'aportació de massa en els casos on era possible o el desacoblament dels diferents recobriments dels paraments dels habitatges per tal de controlar-ne l'absorció acústica. Un altre aspecte relacionat amb l'acústica es refereix al soroll d'impacte, i especialment al de baixes freqüències (actualment aquesta aspecte no figura en els assajos normatius que suposadament garanteixen el confort acústic dels espais construïts), que en el cas que ens ocupa ha estat tractat mitjançant la instal·lació de juntes antivibratòries d'alta elasticitat que eviten unions rígides entre elements constructius diferents.

Un altre aspecte que afecta de manera particular l'ús de la fusta en la construcció és la seva resistència al foc. En aquest sentit, cal diferenciar també dos casuístiques diferents, segons que l'ús de la fusta sigui en elements estructurals o com a recobriments.

En el primer cas d'utilització de la fusta en l'estructura portant de l'edifici, i al tractar-se d'un material combustible, és fonamental partir del valor normatiu de pèrdua de secció de l'element resistent en cas d'incendi, fixat entre 0'55mm/minut i 0'8mm/minut segons el tipus d'espècie. Aquest valor permet optar pel sobredimensionament de la secció útil de l'element estructural garantint la resistència de l'element calculat en cas d'incendi durant el temps exigit per normativa (60 minuts, 90 minuts, 120 minuts... segons alçada d'evacuació i nombre d'ocupants, espais de risc especial...) o bé procedir al seu recobriments amb materials que retardin l'acció del foc i garanteixin l'estabilitat de l'estructura durant el temps prescrit. En el cas d'optar per aquesta darrera opció de recobriments dels elements estructurals, cal tenir en compte dos aspectes importants: d'una banda, resulta interessant garantir la porositat del material de recobriments i de la possible pintura d'acabat, per tal de no obstaculitzar la capacitat de la fusta com a reguladora de la humitat relativa de l'aire, ja que en cas contrari la qualitat de l'ambient interior es

podria veure afectada; d'altra banda, com sembla obvi, és important no comptar amb l'espai a l'extradós dels paraments de protecció al foc per al pas d'instal·lacions, ja que en cas de curtcircuit l'element estructural quedaria exposat i sense protecció, cosa que comprometria l'estabilitat de l'edifici. Això, doncs, obliga a una major previsió en el pas de les instal·lacions dels habitatges, ja que bona part han de quedar en superfície i a la vista. En el cas del bloc 6x6, les instal·lacions es concentren en uns panells de fusta sobreposats al parament, que permeten connectar estratègicament els punts de connexió per tal de garantir la flexibilitat d'ús de les habitacions.

Finalment, pel que fa a la fusta utilitzada com a recobriments d'acabat exterior (en el nostre cas a la façana nord), i per tal de donar compliment a la normativa de propagació exterior del foc per materials que ocupin una superfície major del 10% de la façana, s'opta per la utilització de panells de fusta tractada (B-s1, d0).



Nom
bloc 6x6

Autors
Elisabet Capdeferro i Pla
Ramon Bosch i Pagès
bosch.capdeferro arquitectura

Arquitecte tècnic
Xavier de Bolòs

Fotografies
José Hevia

Data
2017-2020

Superfície construïda
4.375,50 m²

Emplaçament
Carrer Tomàs Carreras i Artau, 6
17006 Girona, Espanya

Promotor
Promocions Capdeferro S.L.

Constructor
Egoín / Alumilux / Jaume Fusters /
Placoguix / Elèctrica Riam / EIS Girona /
Estructuras Ultra / Telecta
Eddie Chalecki, col·laboració gestió
d'obra.

Col·laboradors
Raül Elias Bramon (cap de projecte)
Arnau Arboix Sala (arquitecte)

Enginyeria
L3J arquitectura i enginyeria
Jaume Pastor

Consultoria sostenibilitat
Societat Orgànica + 10, s. c. c. l.
Luca Volpi

Estructura
Arquitectes consultors d'estructures
Blázquez Guanter s. l. p. Lluís Guanter

Consultoria acústica
SiS consultoria acústica s. l.
Francesc Sampedro

**Control de qualitat
i assessorament**
Incafust, Institut Català de la Fusta
Eduard Correal
Serveis Tècnics d'Egoín. Beñat Serna